

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ НОСОГУБНЫХ МЫШЦ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА

Ковшов Е.Е.¹, Завистовская Т.А.¹

¹ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», Москва, Россия (127994, Москва, ГСП-4, Вадковский пер., д. 1), e-mail: e.kovshov@stankin.ru, t.zavistovskaya@stankin.ru

В статье рассматривается возможность применения бесконтактной автоматизированной системы контроля и управления доступом (АСКУД), основанной на анализе динамики носогубных мышц лица человека. В отличие от распознавания физиологической биометрии, разрабатываемая бесконтактная АСКУД анализирует геометрию лица в динамике, формализуя процедуру чтения по губам. Аккумулируя достоинства биометрических систем, предлагаемая система исключает вероятность срабатывания ошибочной идентификации человека благодаря комплексированию речевого сигнала и соответствующего ему изменения носогубных мышц лица. Главным источником получения входных данных является полихроматическое растровое изображение, на котором выполняется процедура сегментации области рта и поиска характерных точек, достоверно характеризующих изменение мышц носогубной области, соответствующее определенной фонеме. В результате выполненного этапа научно-исследовательской работы построена геометрическая модель лица человека, основанная на системе кодирования лицевых движений, которая реализуется с помощью метода активного контура (МАК), что позволило выделить совокупность точек и соединить их таким образом, чтобы образованные ими дескрипторы характеризовали динамику мышц области рта. В качестве иллюстрации приведен макет программного обеспечения для автоматического определения дескрипторов рта и их значений.

Ключевые слова: бесконтактная автоматизированная система контроля и управления доступом, идентификация лица человека, распознавание контуров губ, чтение по губам, виземы.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEM OF AN ACCESS CONTROL BASED ON ANALYSIS OF THE NASOLABIAL MUSCLES DYNAMICS OF THE HUMAN FACE

Kovshov E.E.¹, Zavistovskaya T.A.¹

¹Moscow State University of Technology «STANKIN», Moscow, Russia (127994, Moscow, Vadkovskiy per., 1), e-mail: e.kovshov@stankin.ru, t.zavistovskaya@stankin.ru

The possibility of using an automated system of a contactless access control, based on an analysis of the nasolabial muscles dynamics of the human face, is considered in this article. The developed contactless system analyzes the face geometry in dynamics by formalizing the procedure lip reading in contrast to the physiological biometrics recognition. Accumulating merits of biometric systems, the proposed system eliminates the possibility of false triggering of human identification by complexation of the speech signal and the corresponding nasolabial muscles change of the face. The main source of data input is polychromatic raster image, on which the process of mouth segmentation and the feature points search are performed, the points are substantiating the change of nasolabial muscles corresponding to a certain phoneme. As a result of the research work, a geometric model of the human face is constructed, based on a system of coding facial movements, and which is implemented using the active contour method. The active contour method allowed to identify a set of points from which is selected a subset, and are connected in such a way that they form descriptors which characterized the dynamics of the muscles of the mouth. In work constructed the layout of software, which automatically determines the descriptors of the mouth and their values.

Key words: contactless automated system of an access control, identification of a human face, lip contour recognition, lip reading, visemes.

Введение

В современном мире существует огромное количество технических средств и систем безопасности, применяемых для обеспечения охраны и защиты объектов. Целью построения системы безопасности является предотвращение или снижение ущерба из-за потерь

вследствие причиненного вреда и выраженной угрозы защищаемым ресурсам, а также обеспечение условий для быстрого восстановления жизнедеятельности предприятия в штатном режиме. Системы безопасности должны обеспечивать надежную охрану и защиту комплекса имеющихся на предприятии ресурсов от комплекса возможных угроз с минимально возможными затратами, не превышающими 20% стоимости защищаемых ресурсов.

В настоящий момент охранные услуги в отношении крупного промышленного объекта, офисного здания, банка или хранилища ценных бумаг трудно представить без современных систем контроля и управления доступом (СКУД). В последнее время большое распространение получили автоматизированные системы контроля и управления доступом (АСКУД). Особое место среди целого класса АСКУД занимают бесконтактные системы. Бесконтактные системы контроля доступа удобны как для крупных офисных центров, так и для небольших контор. В основе их работы заложена идея определения сотрудника или пользователя по какому-либо признаку или устройству, благодаря которому происходит верификация и идентификация персонала. Бесконтактные АСКУД имеют следующие преимущества:

- возможность ограничения доступа посетителей в помещения, в которых посторонним вход запрещён за счет личного идентификатора сотрудника;
- быстрый доступ персонала в закрытые помещения: распознавание идентификатора происходит на расстоянии от двери, а её открытие произойдёт мгновенно;
- возможность распределения информационной системой доступа каждого сотрудника к помещениям;
- один идентификатор может использоваться для входа не в одно, а в несколько помещений;
- система контроля доступом позволяет контролировать не только перемещения персонала, но и время нахождения в каждом из помещений;
- существование индивидуальной базы данных для каждого работника или посетителя.

С недавнего времени в развивающихся технологиях безопасности получили распространение технологии, суть которых сводится к применению компьютерных систем, которые используют для распознавания личности человека его уникальные характеристики или параметры [3; 4]. Такие системы контроля доступа получили название «биометрические». Физиологические особенности, которыми обладает человек, такие как, к примеру, папиллярный узор пальца, геометрия и температура кожи лица, геометрия ладони, модель радужной оболочки глаза и его сетчатка, структура ДНК, особенности подписи, форма уха и многие другие являются постоянными и уникальными характеристиками человека, которые изменить невозможно [5]. Индивидуальные особенности человека

представляют собой идентификатор для биометрических СКУД. Среди производителей биометрических систем лидирующие позиции занимают Bioscrypt, Recognition Inc., BioMet Partners. Перечисленные фирмы используют отпечаток пальца, кисть руки или их комбинацию в качестве идентификатора. Несмотря на то что контролируемые человеческие параметры являются уникальными, существует понятие ошибочной позитивной идентификации в случае, когда посторонний человек может выдать себя за «своего», доступ к защищаемым ресурсам которому открыт. В связи с вышеизложенным **актуальной задачей** является разработка АСКУД, которая бы аккумулировала достоинства существующих биометрических систем, а также исключала вероятность срабатывания ошибочной идентификации человека [6; 7].

Целью настоящего исследования является разработка бесконтактной автоматизированной системы контроля и управления доступом на основе анализа динамики носогубных мышц лица человека как более надёжной и эффективной системы по сравнению с существующими биометрическими. В отличие от распознавания физиологической биометрии, то есть формы лица и статических особенностей его элементов, разрабатываемая бесконтактная АСКУД анализирует геометрию лица в динамике, тем самым формализуя процедуру чтения по губам. Подобная система аккумулирует достоинства существующих биометрических систем, а также позволяет исключить вероятность срабатывания ошибочной идентификации путём комплексирования речевого сигнала и соответствующего ему изменения носогубных мышц лица.

Главным источником получения входных данных является полихроматическое растровое изображение, на котором выполняется процедура сегментации области рта и поиска характерных точек, в частности для распознавания контуров губ [10]. С этой целью выбран метод активного контура (далее – МАК), позволяющий идентифицировать лицо человека на изображении и выделить совокупность точек, характеризующих черты лица [8; 9]. Из всего множества точек выбраны характерные и соединены таким образом, чтобы образованные ими углы однозначно определяли динамику мышц носогубной области: круговой мышцы рта; малой скуловой мышцы; щечной мышцы; мышцы, опускающей угол рта; мышцы, опускающей нижнюю губу, и подбородочной мышцы. Углы, образованные отрезками геометрической модели лица или маски, накладываемой на изображение лица человека, называются дескрипторами. Геометрическая модель построена на основе работы в области распознавания эмоций, созданной известными учеными П. Экманом и У. Фризеном, – «Эмоциональной системы кодирования лицевых движений» (СКЛИД). На основе геометрической модели лица человека выделяются дескрипторы, которые однозначно определяют изменения основных мышц рта при разговоре [2].

На рис. 1 представлена работа макета программного обеспечения, автоматически строящего геометрическую модель рта и определяющего дескрипторы и его значения.

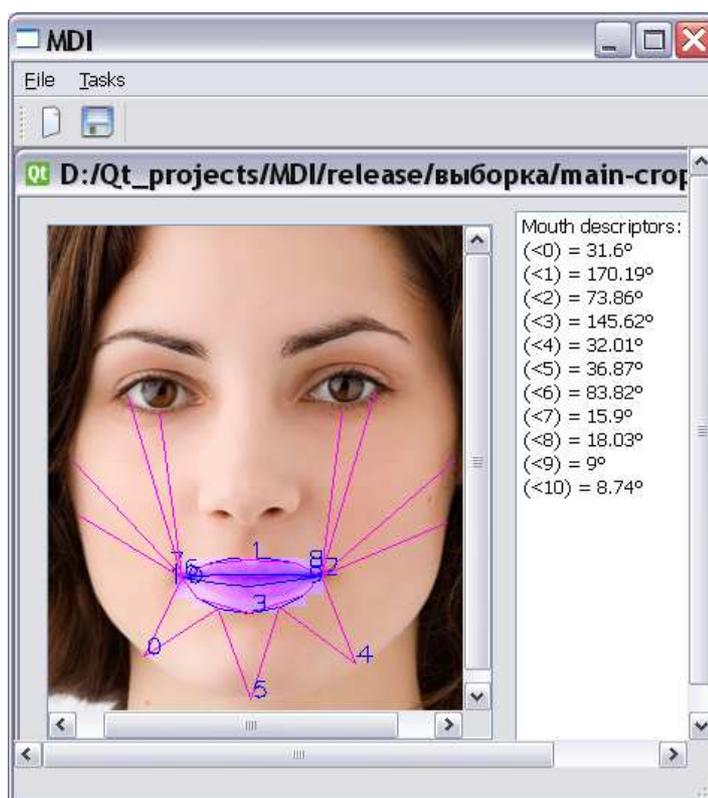


Рис. 1. Геометрическая модель рта человека и его дескрипторы

Углы 1, 2, 3, 6 характеризуют круговую мышцу рта; углы 7, 8 – малую скуловую мышцу; значения углов 10, 9 определяют изменение щечной мышцы; 4, 0 – мышцы, опускающей угол рта; значение дескриптора 5 одновременно характеризует изменения мышцы, опускающей нижнюю губу, и подбородочную мышцу.

В качестве верификации личности человек произносит, например, свои персональные данные (фамилию, имя) или контрольную фразу, и, сопоставляя с ранее проведенной индивидуальной настройкой под конкретного индивидуума, информационная система выдаёт ответ, к какому классу он относится: «свои» или «чужие». Под индивидуальной настройкой понимается предварительная запись с последующей идентификацией хранимых в объектно-реляционной базе данных десяти ярко выраженных видимых образов, соответствующих фонемам (звукам) гласных букв русского языка, вместе с характерными для них дескрипторами конкретно взятого человека.

Исследования показали, что для русской речи практически полностью скрытой остаётся динамика движения кончика и боковинок языка, нёбной занавески, голосовых связок. Обзору доступны лишь движения губ и нижней челюсти, наиболее чётко они проявляются при образовании гласных, представленных на рис. 2, и наиболее яркие различия в виземах которых характеризуются изменением значений дескрипторов рта [1].



Рис. 2. Изображение губ, характерное для гласных фонем

Для распознавания визем предстоит обработать совокупность значений дескрипторов и сравнить полученный результат с хранимыми в базе данных (для гласных букв). Математический аппарат нейронных сетей найдет применение для распознавания визем, а аппарат нечёткой логики – для конечного вывода о принадлежности к классу «свои».

Метод деформируемого эталона к лицу человека реализуется при помощи библиотеки STASM 3.0, функционал которой позволяет выделить совокупность 76 базовых точек, соединенных сплайном. Для «отрисовки» геометрической модели, обработки изображения и выделения области рта в работе используется библиотека компьютерного зрения с исходным открытым кодом – OpenCV версии V2.2.0. Функциональные возможности этой библиотеки используются также в STASM 3.0 для идентификации лица на изображении методом Виолы-Джонса с применением каскадов Хаара. В ходе выполненных исследований и практических разработок, в том числе при реализации прикладного программного обеспечения, был использован комплект средств разработки Qt SDK V2010.05 для Windows XP (open source), в который входят библиотеки классов C++ версии 4.7.0, а также среда разработки, предназначенная для редактирования, компиляции и отладки кода – Qt Creator IDE версии 2.0.1.

Основные выводы и результаты работы

Смысл, который заложен в биометрические системы безопасности, в первую очередь, заключается в том, чтобы определить личность, входящую в класс «своих» людей, которым доступ к защищаемым ресурсам открыт. Система контроля и управления доступом на основе динамики мышц лица человека имеет несомненное преимущество по сравнению с биометрическими системами, где в качестве идентификатора личности человека выступает его голос. Предлагаемая система является инвариантной по отношению к посторонним звукам, шумам и помехам, а также возрастным изменениям голоса, поскольку опирается на индивидуальные особенности видимых образов конкретно взятого человека произносимых им слов. Разработанная формализованная модель области носогуб позволяет рассматривать рот не только как совокупность внешних и внутренних контуров губ, но и как работу системы носогубных мышц лица. Система, основанная на анализе динамики носогубных мышц лица человека, безусловно, найдёт своё применение в качестве встраиваемой информационной подсистемы банковской безопасности, в виде самостоятельной автоматизированной системы контроля доступа на закрытые и охраняемые территории

специального назначения: лаборатории, атомные электростанции, заводы стратегического назначения, химические производства и т.д.

Список литературы

1. Ковшов Е.Е., Завистовская Т.А. Формирование текстовых сообщений на основе программно-математической обработки изображений лица человека // Системы управления и информационные технологии. - 2012. - № 4.1 (50). – С. 145-150.
2. Ковшов Е.Е., Митропольский Н.Н., Завистовская Т.А., Рогозина М.М. Построение геометрической модели лица для выделения дескрипторов психологического состояния оператора технологического оборудования // Вестник МГТУ «Станкин». - 2012. – Т. 2 (19), № 1. – С. 66-69.
3. Ковшов Е.Е., Манахов П.А. Совершенствование метода сенсорного ввода текста для людей с ограниченными возможностями зрения // Прикладная информатика. - 2012. - № 1. – С. 75-84.
4. Ковшов Е.Е., Манахов П.А. Метод росчерков в человеко-машинном взаимодействии для повышения безопасности автоматизированного промышленного производства // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. - № 2. – С. 22-27.
5. Ковшов Е.Е., Манахов П.А. Модели и методы интерактивного взаимодействия с вычислительными устройствами нового поколения // Прикладная информатика. – 2012. - № 3. – С. 71-81.
6. Ковшов Е.Е., Смирнов О.С. Методы оценки и повышения надежности информационных сред промышленного предприятия // Динамика сложных систем — XXI век. – 2012. - № 2. – С. 112-116.
7. Ковшов Е.Е., Мартынов П.Н. Разработка средств автоматизации тестирования интерфейсов пользователя в человеко-машинных системах управления // Информационные технологии. – 2012. - № 7 (191). – С. 42-46.
8. Мурашов Д.М. Метод автоматизированной сегментации изображений цитологических препаратов на основе модели активного контура // Труды МФТИ. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 80-89.
9. Рогозина М.М. Автоматическое определение дескрипторов эмоционального состояния на основе системы кодирования лицевых движений // Инновационные информационные технологии : материалы международной научно-практической конференции. – М. : МИЭМ, 2012. – С. 305-307.

10. Солдатов С.А. Чтение по губам: распознавание контуров губ [Электронный ресурс] // Лаборатория компьютерной графики, ВМК МГУ. - URL: <http://www.ict.edu.ru/ft/002415/loi2002sss.pdf> (дата обращения: 1.02.2012).

Рецензенты:

Климанов В.П., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Информационные системы» ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», г. Москва.

Волков А.Э., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Теоретическая механика» ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», г. Москва.